

Example 3

The durations and direct costs for each activity in the network of a small construction contract under both normal and crash conditions are given in the following table. Establish the least cost for expediting the contract. Determine the optimum duration of the contract assuming the indirect cost is £1.125/day.

Table 7.2 Data for Example 7.1

Activity	Preceded by	Normal		Crash	
		Duration (day)	Cost (£ £)	Duration (day)	Cost (£ £)
A	-	12	7000	10	7200
B	A	8	9000	6	9200
C	A	15	10000	12	10500
D	B	22	4000	20	4500
E	B	7	1000	4	1050
F	C	5	5000	4	5200
G	C, D	20	10000	18	6000
H	E	15	2500	11	2550
I	D, G, H	12	7000	10	7100

في المثال هنا معطى هذا جدول وطلب أعلى (Crash) يعني
تو بنسب ياخذ مثلاً 10 أيام أنا عاوز أضعفه مثلاً 8 أيام وبالكاف
في النسبية زسه شرح الكل يقول .

ولكن هذا ال Crash مربوط بعدر أيام أدنى لكل بنسب يعني مثلاً
هعمل Crash لأى بنسب جزاين ع لازم يدري أقل duration لكل
بنسب وعلى أساسك هعرف أقصر crash له هيكويه قد لازم
أول حاجة هعمل جدول دا

$$\frac{C_c - C_n}{D_n - D_c}$$

C_c Crash Cost
 C_n Normal Cost
 D_c Crash duration
 D_n Normal duration

Act.	R	$D_n - D_c$
A	100	2
B	150	2
C	200	3
D	0	0
E	50	1
F	300	1
G	60	5
H	40	2
I	75	2

معناه كل بنسب
هتدبر أضعفه
بأى بنسب

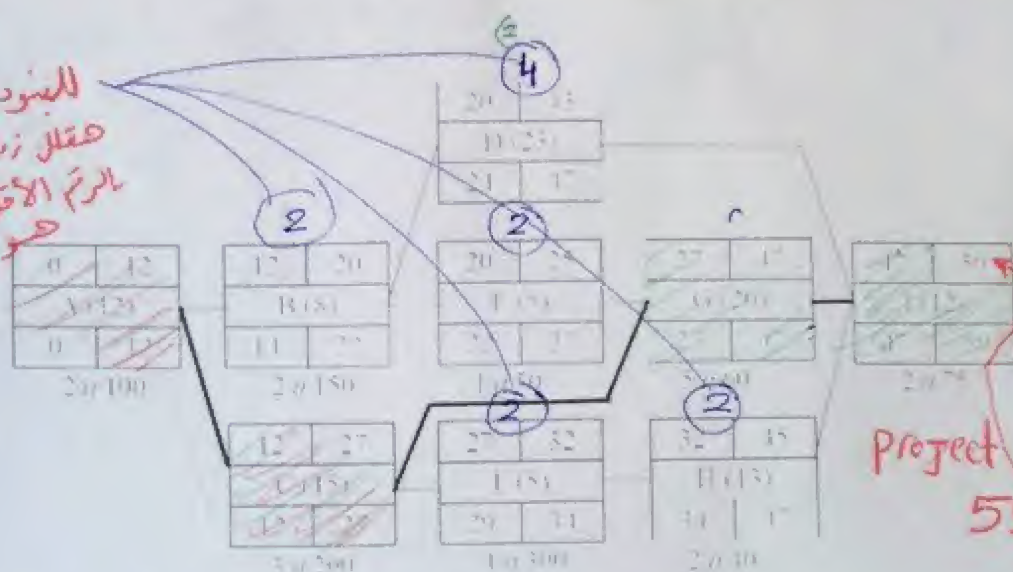
C_c : يعني التكلفة هتكون
كأ تو عملت Crash
وهي طبعاً أكبر من وأنا
بمثال مشروع في
ال Normal

C_n : يعني التكلفة هتكون كأ
تواستغلت Normal

D_c : هو زسه البند بعد ما هتضعفه

D_n : هو زسه البند بدونه هتضعفه

T.F
 البند الحرجي
 هو الذي لا يمكن تأجيله
 بدون تأجيل المشروع كله
 هو 2 يوم



Project duration
 59 day

* رسم هذا precedence diagram من الجدول وأهم حسابات ال Critical (طريقة الرسم هي بالخطوط قبل البند)

ACGI Critical هذا هو

- ACGI (Critical path)
- Project duration = 59 day

حساب Total Cost ← Direct - Indirect

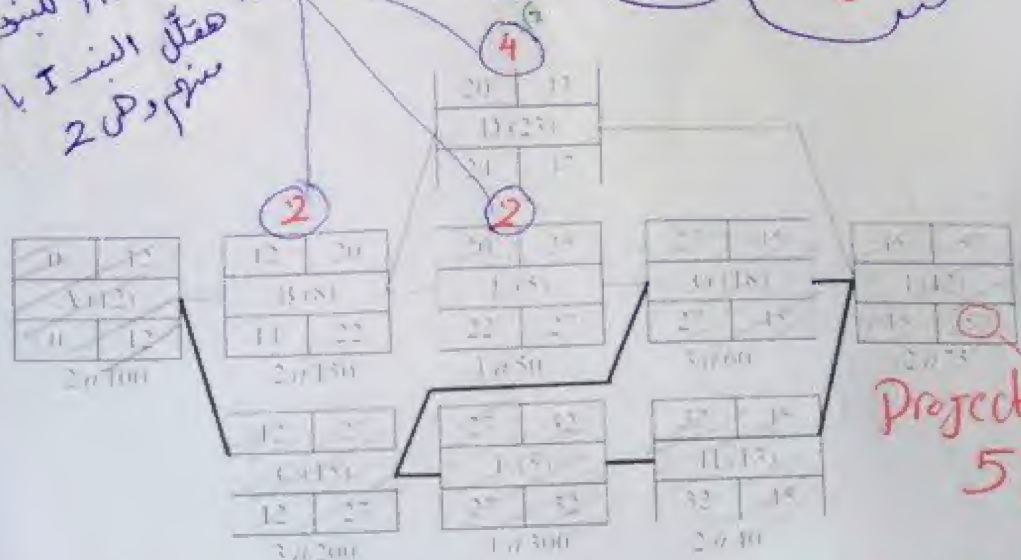
D.C 36500 L.E
 I.C
 T.C
 D.C + I.C
 36500 + 7375
 = 43875 L.E

ملاحظة: I.C = 59 * 125 = 7375 LE

لماذا أنا هنا عاوز أضبط مشروع عشانه خلاص في وقت أقل
 هو تقليل زمن البند الذي في ال Critical path من أقل
 لكم هتقلل منه؟ هذا لما هتقلل ال تكلفة أقل من خلال الجدول الذي علمت
 في الأول وجبت قيم R منه الجدول دا
 علشان كذا هتقلل الأقل تكلفة أي البند G وهو مسجوع له
 بالإضغاط 5 أيام لكم لازم أرفع على البند الذي مش Critical
 وأهبط ال T.F وأقلل ال G بأقل T.F ممكنة
 علشان كذا هتقلل يومين من ال T.F بتاعت البند Non Critical
 كتيمة أقل في لو قللت 5 ال صاير مسجوع بغير Critical path

Crash Act G 2 days

قيم T.F للبنود الـ Non critical
هقلل البنود I بالقيمة الأقل
منهم وبنود 2



Project duration
57 day

- حسبنا رسم Precedence diagram جديدة باختلاف واحد فقط وهو انضباط الـ G يومين اقل بدل ما كان الـ duration بتاعه 20 هيقول يومين هيقول 18 ورسم الـ Precedence diagram من جديد كما هو موضوع
- كذا البند G انا هنعطيه الى 18 يوم يعني كاشوع هنعطيه 5 ايام انا هنعطيه 18 يومين فقط يعني لسته مسموح اهنطه 3 ايام كان حسبنا ارض هنا لانه المسارات الـ critical الجديدة التي ستظهر هلاصت لانه المسار الـ critical القديم مازال موجود وظهر مسار critical اخبر معاه

Critical paths
ACGI
ACFHI

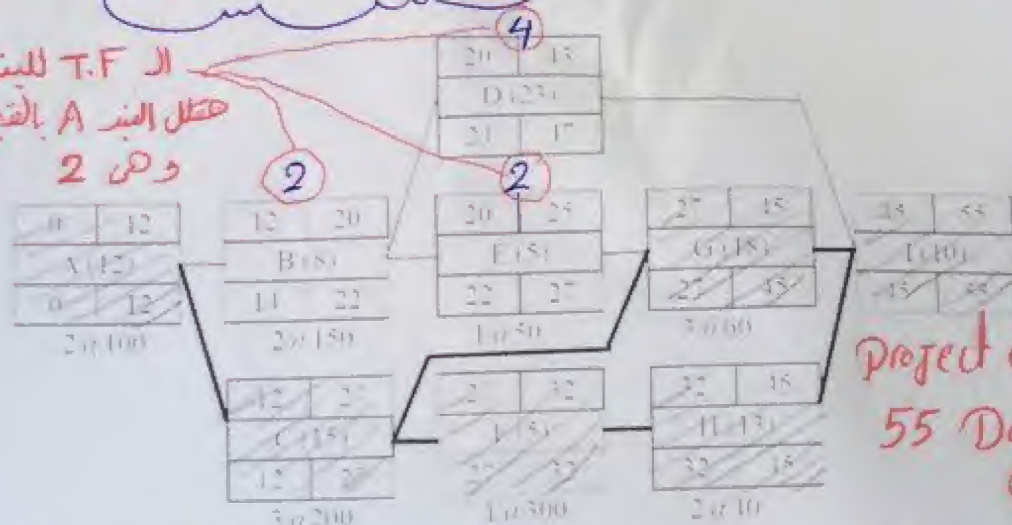
كما مسرطاي اقلل التكرير معاً يعني اقلل الـ A فقط اولك C فقط او الـ I فقط
اما الـ G تنقير مع F or H يعني
وهجرت هنا مبين الى هضبطه حسب الاقل تكلفة
هختار هنا الاقل تكلفة فبرنا مثلاً كان الـ I
هو الاقلل تكلفة 75 LE فقط
G & H 40 + 60 = 100 L.E
G & F 300 + 60 = 360 L.E

لكن هقلل كايوم 1 لازم اشيوف الـ T.F للبنود الـ Non critical
وهقلل بالقيمة الاقل الـ T.F للبنود الـ Non critical

فهلاصت انه اقل الـ T.F للبنود الـ Non critical تساوي 2 كوالبنود I
التي هقلل مسموح اقللها يومين فقط من خلال طرح Dn - De
لذلك هقلل بمقدار اليومين كواليومين دول هما التي مش هتخلوا تظهر
جديد كايلاضانه مش مسموح له بالانضباط الا يومين فقط

Crash I 2 days

Noncrit. T.F للبنود ال
هطل البند A بالقيمة الأقل
وهي 2

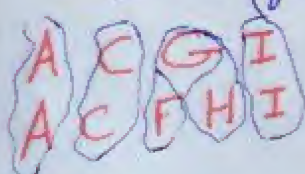


Project duration
55 Day

• كذا البند I أصبحت ال duration بتاعته بدل 12 أصبحت 10 فقط علشان
هبطت يومين " أخلي بالي كذا البند I مقدريش أضيفه أكثر من كذا لأن في هبطت
يومين وهما دول أقصر انضباط كان مسبوغ بين البند دا "

• هبأنا جريد رسم ال precedence diagram من جريد وكل التغيير اللي
قليلك ال duration للبند I بقت 10 بدل 12 وارسم من جريد كاهو مرسوم

لجود على الرسم ال critical paths هلاقيهم كالتالي



هبطت ليكر مع بعضه واختلف من موه ال

هو ال G هبطت مع ال F أو ال H

يعني كذا محس أضبط التالي

$$A = 100 \text{ L.E}$$

$$C = 200 \text{ L.E}$$

$$F \& G = 360 \text{ L.E}$$

$$F \& H = 100 \text{ L.E}$$

$$I = 75 \text{ L.E}$$

الأقل قيمة هو ال I لكم أنا هبطت من 12 ليكر إلى 10 (يا)
وهو دي أقصر وانضباط ليه يبقى ينفعش
أضبطه كان

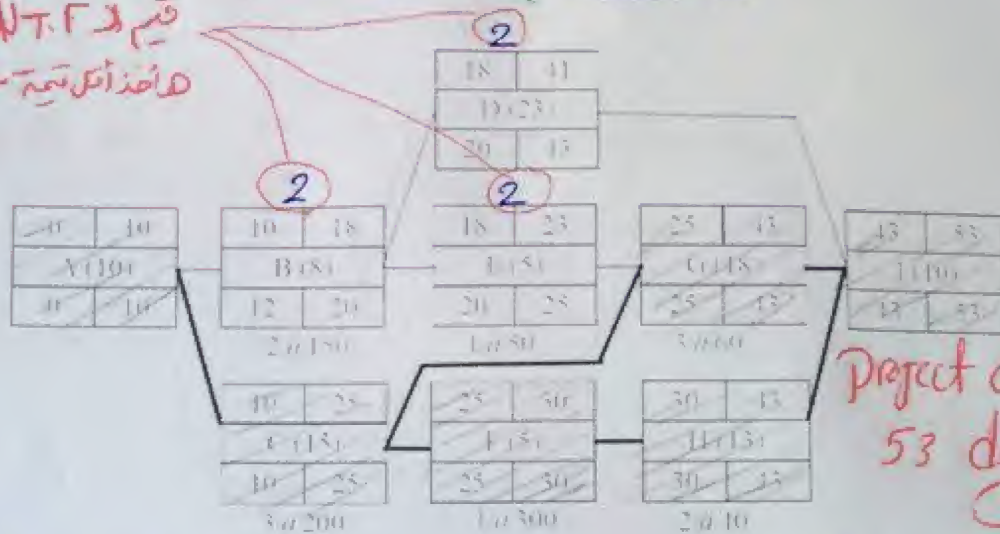
علشان كذا هسوف ال ... أخذ تكلفة بست يكرش ال I
فها هلاقى ال A أو ال F & H تكلفتهم 100 L.E فها براحت
قهنقول شك هقلد ال A ... لكر هقلد كذا ليه ؟

هبع على حاجته ال ال ... هو مسبوغ ليكر بانضباط أرايه
③ أقل قيمة T.F للبنود ال Noncritical

$$D_n - D_c = 2$$

Crash Act A 2 days

قيم الـ T.F. للبند الـ Non Crit.
وماخذ أقل قيمة منهم أي 2



Project duration
53 days

هنا خلاص أنا قلت البند A بمقدار يومين يعني بدل ما الـ duration بتاعه كانت 12 يوم بقى 10 أيام فقط. هرسم الـ Precedence dra. مع البند باختلاف واحد هو الـ A بقى 10 أيام يعني هرسم نفس آخر Precedence diagram وتسم أخلاص الـ A بـ 10 أيام وأرسمكم رسم جديد

ACGI

ACFHI

A = 100 L.E

C = 200 L.E

F&G = 360 L.E

G&H = 100 L.E

I = 75 L.E

شدة 5 لأنى منعت من يومين مثل كذا

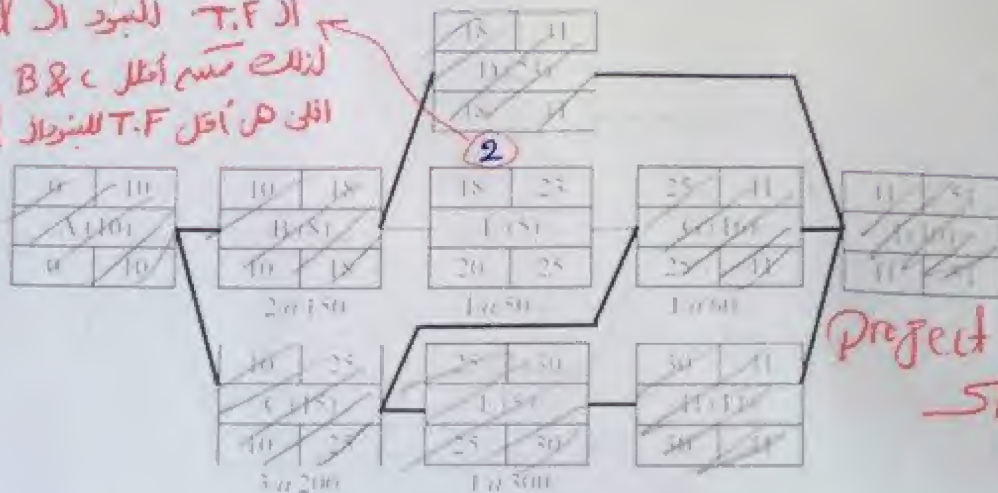
G = 3 days

H = 2 days

هيا الـ G&H معاً أنص على حاجتهم ① سمح لهما بإضافة 2 كأي يوم
ولكن الاثنين فينضفطوا معاً يبقى المسموح 2 days لهما معاً كخمس
⑤ هسبون الـ T.F. للبند الـ Non Crit. وهاخذ أقل قيمة منهم متروك أقل قيمة
للـ T.F. للبند الـ Non critical هو 2 days

Crash H&G both 2 days

Non critical T.F. للبند الـ 11
لذلك تم اقل B & C معاً يومين
التي هي اقل T.F. للبند الـ 11

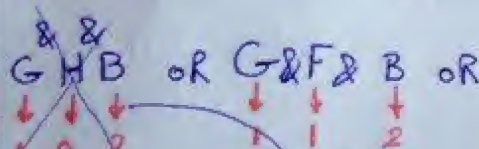


Project duration
57 day

كما سبقه رسم Precedence diagram جديدة أنتجت مع السابقة
في أني قلت البنية H&G يومين معاً يعني البند
* G بدل ما كان الـ duration له تساو 18
لأنه أصبح تساو 16
* H بدل ما كان الـ duration له يساو 13 أصبح يساو 11
وهرسم على التغييرين دول.



مسار الـ Critical paths التي ظهرت
هضفت المكرر معاً يعني I أو A لكني هضفتم
قبل كذا بأقصى قيمة ارضاف يقى مش هيففع أضفتم
هلاضف البند D كله في مجموع له بأى ارضاف لذلك أضفتم
خارج الاحتمالات تماماً



الاحتمالات المتبقية عندى هي

لذلك بقى عندى احتماليه بين

$$B \& C = 350 \text{ L.E}$$

هضف على الأقل تكلفة

$$F \& G \& B = 510 \text{ L.E}$$

لذلك هقلل الـ B & C معاً

لكن هضف كاجتبه الـ B & C سمح لهم يقلوا تدايه

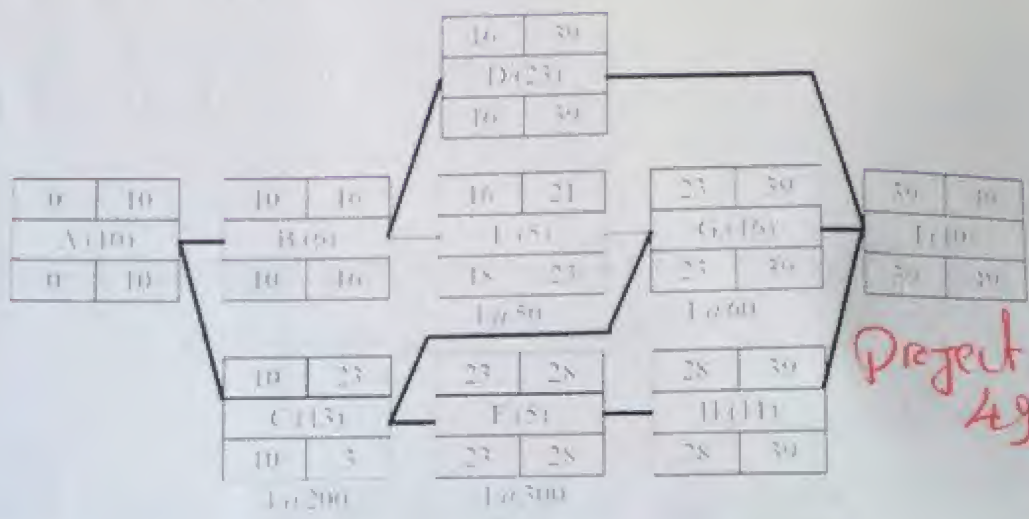
$$B=2 \Rightarrow \text{قلوا الأيسم معاً يومين}$$

$$C=3$$

Non critical T.F. للبند الـ 11

كانت 5
كانت 5
يومية
قبل كذا
هضفتم البند H
تغيرت الـ 5
يومية معاً

Crash B & C Both 2 days

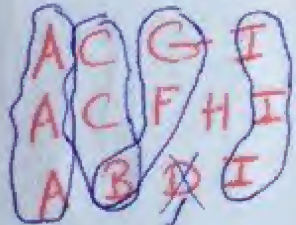


Project duration 49 day

هاترہ سے جدید کا سیر Precedence diagram جدید وکم ہر عمل علیہ
تغیر جدید ہوا انضباط B & C مٹا لے یومیہ

یعنی ال B بدل ما گنت ال duration لک 8 آیا ہتقیہ کا آیا
ال C بدل ما گنت ال duration لک 15 یوم ہتقیہ B یوم

وکرسم ال Precedence diagram جدید بالعدلیہ رول و



Critical path

* ملاحظہ نہ مہیش ال Crash تانی مکتب
اعلہ

Crash = 0

قبل ال Crash نرمہ شروع کان 59 یوم

لک بعد ما عملت Crash مروراً باکثر

سہ مرحلہ ال Crash اُصبح نرمہ شروع 49 یوم فقط

Duration	Direct cost X 1000 L.E	Indirect cost X 1000 L.E	Total cost X 1000 L.E
49	36500	7375	43875
57	36620	7125	43745
58	36770	6875	43645
59	36900	6625	43525
61	37100	6375	43475
69	37800	6125	43925

* هعمل جدول دا وأحسب ال Direct & Indirect Cost لكل فترة "يعني مع كل crash عملته"

كتشان لحساب ال **Direct Cost** عند بداية مشروع بتجمع كل الفلوس اللي في خانة ال Normal ثم مع كل crash هنرود عليه قيمة ال R اللي حسبناها في الجدول اللي هيبعمله Crash مضروبة * عدد أيام ال Crash يعني مثلاً عملنا أول حاجة Crash للبنء G لمدة يومين وكانت R للبنء G = 60 جنيه .

$$\therefore D.C @ \text{duration } 57 \text{ day} = 36500 + 60 \times 2 = 36620 \text{ L.E}$$

↓
↓

مجموع كل فترة Normal Cost R * 2 days
 قبل آتت crash

وهكذا

لحساب ال **Indirect Cost** . المضرب عدد أيام مشروع * تكلفة اليوم الواحد ال I.C وهي كانت معطاه 125 L.E لليوم الواحد
 يعني مثلاً لما كانت زمة مشروع 59 يوم يعني
 $I.C = 59 \times 125 = 7375 \text{ L.E}$

وهكذا

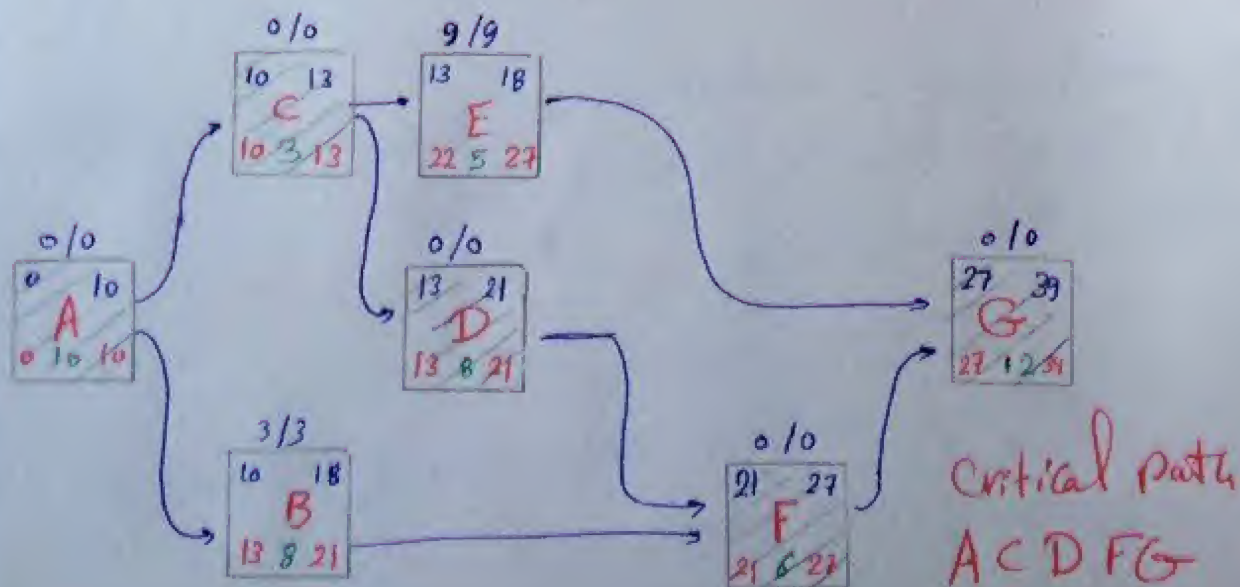
Update

فكره ال update هو انه عند تاريخ معين من زمن المشروع مطلوب من ال Planner عمل تحديث مثلاً بعد مرور 30 يوم على مشروع في حال Activities بيحصل عليها تغيير مثلاً بتتأخر أو بتبدأ بدي أو باني اوتتر زمن duration كثير أو أقل من المطلوب وتجاوز آخره فانا برسم ال Precedence diagram عادي جداً بعد كذا هيطلب مني اعمل update في فحشوف ازايا غير في كل بند حسب ال update المطلوب ليه وهكنا كذا بالتالي زمن المشروع هيتغير نتيجة لتغيرات اللي جت على ال Activities.

هتدخل ان شاء الله مسألتين (بتاعت المحاضرة - بتاعت البسكيت).

lecture example 8-

* كان رسم Precedence diagram عادي جداً زي دا.



* For The following Network & The Progress Report after 12 working days Included The following Informations

- Activity D will be delay in start by 2 days.

* آن آء البند D هي تأخره انماة ساعة يوميه يعني هنا 6
بسرعة 13 E.S = يعني هي تأخره 15 E.S = وطالما قال
كلمة Start 8/12 اطلع من الم start

- Activity E was underestimated & now is Required 10 days

* أن إني E وانه duration **زمن** من الزمن ^{مع الله} ~~محتاج~~
وهو كانت 5 أيام وقال هو يحتاج 10 أيام من 5 أيام يعني
كتاب الـ duration بتاعه 10 days

- Activity F Cannot start before working day 30

Activity F cannot start before 25 days after the start of the project. $E.S = \text{Working days} - 1$ $\leftarrow E.S = 29$ is Required

- Activity G was overestimated & now is Required

* أي أن البند G واحد Duration أكثر من اللازم وهي 10 أيام فقط المطلوب أن تكون إلى 12 أيام فقط

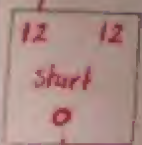
* بعض الحروف -

1- Start activity : duration تساوي صفر \emptyset والactivity
 بـ E.S يتبعه هو رقم كل ال update

After 12 working days ← update JI n) JI Qia •

يعني بعد 12 يوم عمل أوك في اليوم ال 13

\therefore Working day = 13 \Rightarrow E.S for start activity = W.D - 1 = 12



يقع عمل start activity بالشكل التالي هوذا مائة ال update

٢- آئی بند مذکور ہوش فی آئی اے عملہ update مشہد خطوا معا یا قے
الحد precedent بشرط یکوہ اصلًا خلاص قبل الupdate

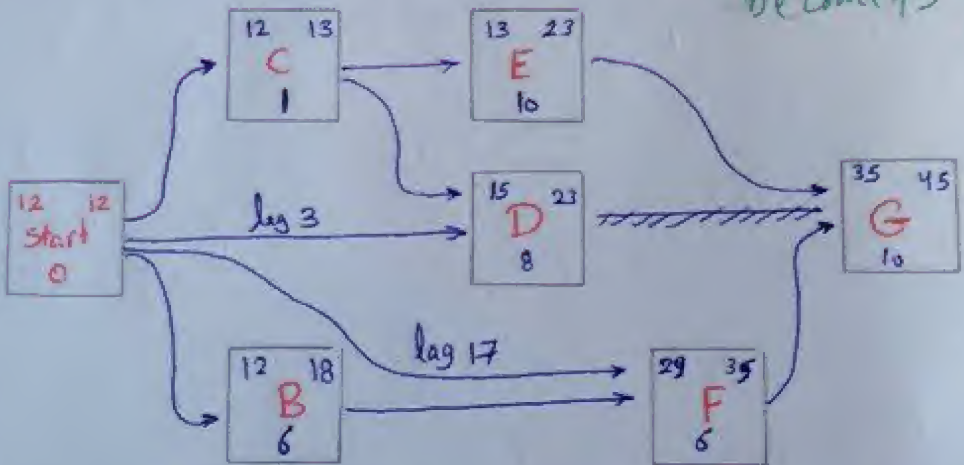
كتمان هنا مذكرات عمل update للبنود A & B & C
 فحشوف من التلات بنود دي لراوى واحد منهم خالص أصلاً
 قبل ال update مش هدخله معاً في ال precedence diagram

• البند A خالص أصلاً بعد 12 أيام وأنا غلبت update بعد 12 يوم
 يبقى البند A مش هتختل خالص في ال precedence diagram

• البند B & C مش ذاكر عنهم أك update لكن البند B خالص
 أصلاً بعد 18 يوم يعني لسه هتختل معاً في ال update لأنه هتختل
 وكذلك البنود خالص بعد 13 يوم يعني عند عمل ال update لسه ممكن
 خالص

• كل البنود هتختل معاً في ال update ما حدا البند A

Project duration
 become 45 day



* البند B & C مذكرات تغيير طرأ عليهم وكذلك حشوف كل واحد منهم خالص بعد أريه E & F

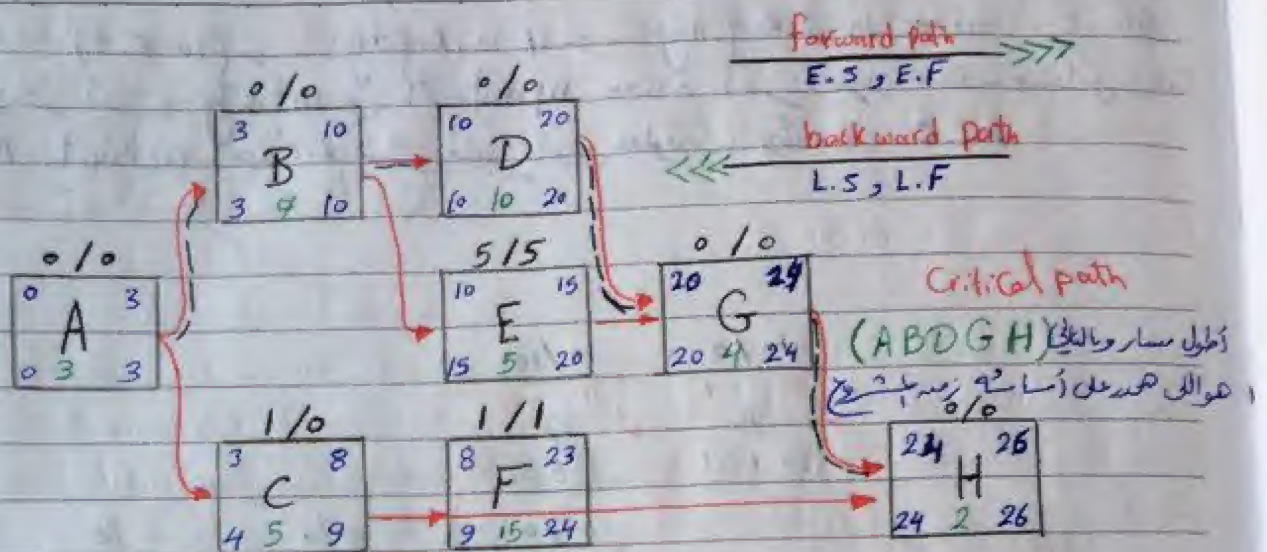
فالبنود B خالص بعد 18 days وهو عمل بديله ال update عند 12 يوم لذلك ال duration بتاعت
 البند B كتبت 6 أيام فقط لأنه خالص عند 18 وال update بدأ عند 12 يبقى فاصله 6
 لأنه خالص منه يؤميه قبل ال update لأنه كانه بانيه من 10 ال بند C نفس الكذا كانه أصلاً
 خالصه عند E & F = 13 وال update بدأ عند 12 يبقى ال duration المتبقية يوم واحد

* البند D كانه قال إنه إناخه من بديله اللي هو كانت 13 بنو يوم يبقى كسباً و 15 ك 15.5 وال duration
 مش هيرسله حاجة لكن مدام ذكر كده start يبقى أجمله من ال start وأكتب عليه ال lag
 اللي حصل يعني التأخير كانه 3 أيام

البند E قال إنه خد وقت أقل من اللازم فحتاج أضاف ال duration 10 بدل 5

* البند F قال شغف بيد 1 قبل 30 يوم عمل يعني 29 يوم لكن قال كلمة start يبقى أطبع بضم مع
 ال start وأكتب ومله يعني تأخير كانه 1 وهو الفرق بين ال 29 وال 12

* البند G قال واحد وقت كثير من اللازم فانا نازر ياخذ 10 أيام بس بدل 12 يبقى ال duration يبقى 10



Required :- for all shown networks:-

- 1) calculate the early & late Time for each activity Then determine the T.F & F.F
- 2) if the progress Report after 10 working days is as follows:-
 - a) 1 day remains to finish Act. B
 - b) Act. F will start 3 days after the finish of activity C
 - c) Act. D will overestimated & is believe to have a duration of 8 days
 - d) Act. E Can't start before working day 25
 - e) Act. H underestimated & is believe to finish in 4 days.

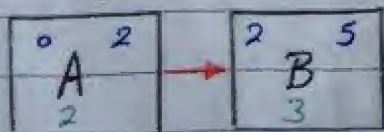
Draw The update Network

underestimated :-

overestimated :-

- يعني مدي وقت زيادة من الحاجة
- يعني مدي وقت اقل من المطلوب

ES = working day - 1



working day = 1 ← E.S = 0 يعني

- Total float = $LF - EF = LS - ES$
- Free float = $ES_{next} - EF_{current}$ (المدة التي يتاح لها ان يتأخرها الـ Activity دون ان يؤثر الـ Act. الى غيرها)

as example $F.F_A = E.S_B - E.F_A$

Sec Example

* لم يذكر أ ب معلومات عن البند A & C وحفظ

انهم خلاصاً فعلاً قبل ال update التي بدأ عنده E.S. = 10

* البند B قال إنه فاضل له يوم واحد على شأنه فخلعه وهو كان ال E.F. بتاعته 10

لكنه هو قال إنه احتاج يوم كان بعد ال update التي هو بدأ عنده E.S. = 10

يبقى ال duration بتاعته يبقى يوم واحد ويبدأ ب 10 وينتهي ب 11

* البند F قال هبدأ بعد 3 أيام من نظرية البند C

فأنا رغم كذا مشا هدخل البند C لكن هسند منه هو خالص أمتي هلاقيه

كان خالص بعد 8 أيام E وقال إنه ال F هيك طريقه الليانية هبدأ بعد نظرية ال C

ب 3 أيام يعني هبدأ ب E.S. = 11

* البند D قال إنه وافق وقت زيادة عن اللازم وهو 10 أيام أنا محتاج 8 بس E يبقى

هخلي ال duration بتاعته 8 (أي فقط)

* البند E قال لا يبدأ قبل 25 يوم عمل $E.S. = W.D. - 1$ يبقى ال E.S. بتاعته هبقى

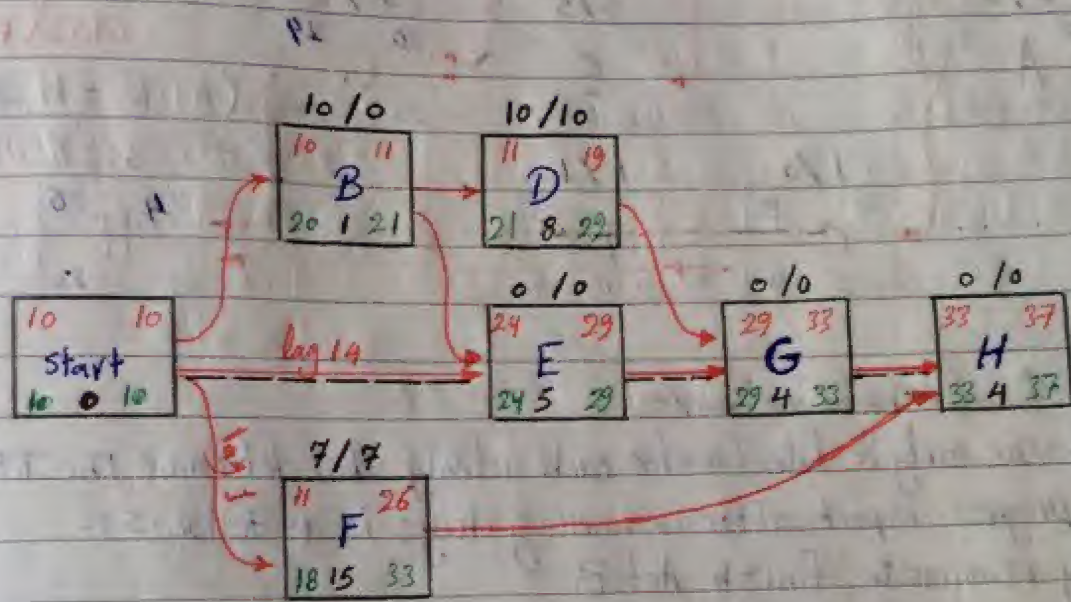
24 و منسأنا مادام قال كلمة start هطلع منه ال start بسم عليه ال وعل أي بتأخير

يبقى هنا $24 - 10 = 14$ لعل

* البند H بدأ أفنومت أقل من اللازم وهو 20 ولكن انكسفت إنه محتاج 4 أيام

يبقى هخلي ال duration بتاعته 4 أيام لا سر بوسه

@ after 10 working days → 11 working days → (10 E.S.)
 لو لم يذكر أي activity في ال update معنا أنه استمر دون مشاكل وهذا
 هو activity A حيث لم يذكر في أي معلومات كتبت Act. C



Critical path EGH

رغم أنه لم يذكر أي معلومات عن Act. G إلا أنه خالص بعد ال 10
 التي عمل بها في ال update وبالتالي هي في ال update
 لكن Act A خالص بعد 3 أيام فقط أي قبل عمل ال update وبالتالي
 مستحيل يدخل في ال update لأنه تم يوم مشاكل أو تعديل

Arrow Diagram (AOA)

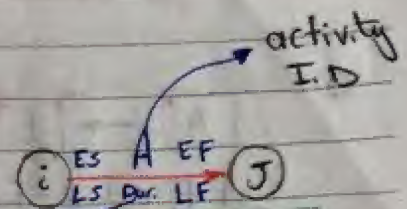
1. Arrow Diagram :-

Dummy Activity

- * Activity with Zero duration.
- * Used to satisfy Activities Relations.

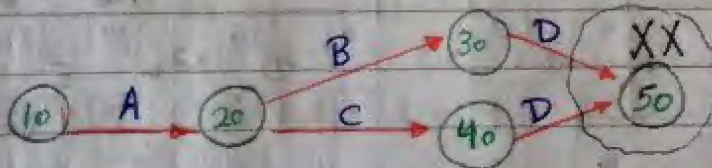
Case (1) :-

Activity	Depends on
A	-
B	A
C	A
D	B, C

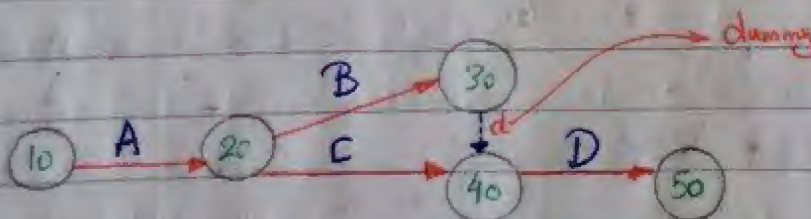


A	1-3
B	1-2
C	2-3
D	1-3

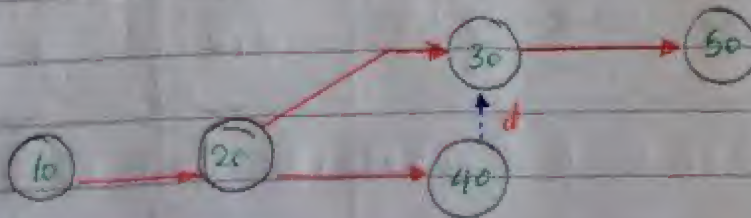
الكود لا يقع Activities بنفس الكود
يعني مثلاً لا يقبل A & D معاً (1-3)



* لا يمكن



✓✓



✓✓

Diagram illustrating a project network with activities A, B, C, D, and E. The network starts at a source node (10) and ends at a sink node (empty circle). Activities A, B, C, D, and E are represented by arrows connecting nodes. The nodes are labeled with their respective values: 10, 20, 30, 40, 50, and 60. The activities are labeled A, B, C, D, and E. The diagram shows the flow of the project and the calculation of the Early Start (ES) and Early Finish (EF) times for each activity.

```

graph LR
    S((10)) -- A --> N20((20))
    S -- B --> N20
    N20 -- C --> N30((30))
    N20 -- D --> N50((50))
    N30 -- E --> N60((60))
    N50 -- D --> N60
    N60 --> T(( ))

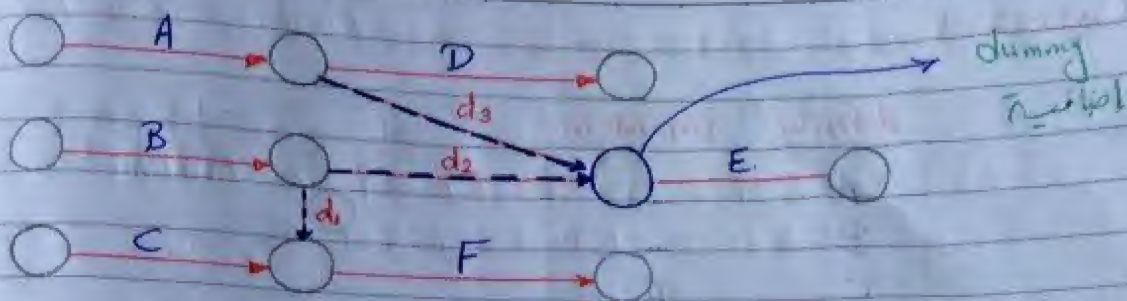
```

Handwritten notes in Urdu indicate the calculation of the Early Start (ES) and Early Finish (EF) times for activity D. The notes state that the ES for D is 30 (the EF of activity C) and the EF for D is 50 (the EF of activity B). The duration of activity D is 20 (50 - 30).

Case 3 :

The diagram illustrates three parallel horizontal paths of particles. The top path contains particles A, D, and an unlabeled particle. The middle path contains particles B, E, and an unlabeled particle. The bottom path contains particles C, F, and an unlabeled particle. A vertical dashed line connects the three paths, with labels d_1 and d_2 indicating distances from the top and middle paths respectively.

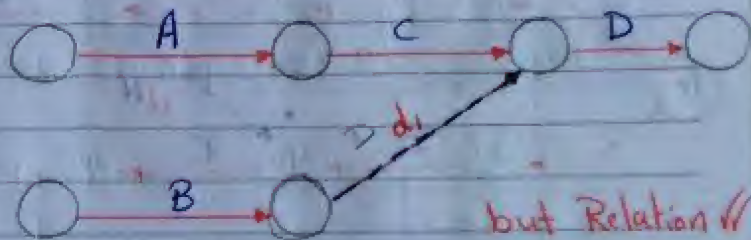
- d_1 ليس بمشكلة !
 d_2 خاصة لأننا نعلم أن B والـ d_1 ~~والـ A~~ والـ d_1 خاصا، A و
 يعني F أصعب مشكلة على A وهو غير موصوف بالجدول!



Case 4 :-

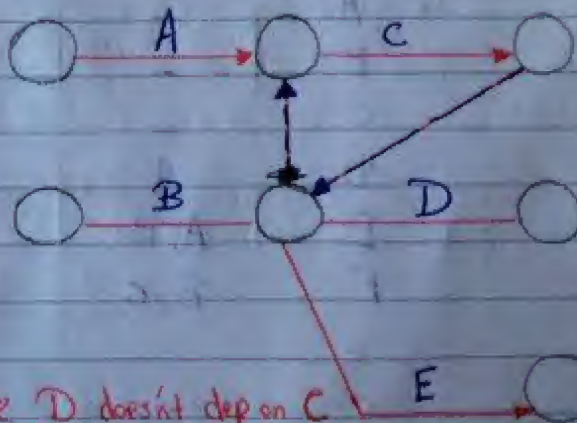
Activity	Depends on
A	-
B	-
C	A
D	B, C

Unnecessary dummy



Case (5) :-

Activity	Depends on
A	-
B	-
C	A, B
D	B
E	B, C



* because D doesn't dep on C

